

## (12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
14. Oktober 2004 (14.10.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2004/088122 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: F02M 59/10, 57/02, 47/02, 59/46

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2004/000413

(22) Internationales Anmeldedatum:  
4. März 2004 (04.03.2004)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
103 15 014.5 2. April 2003 (02.04.2003) DE  
103 25 620.2 5. Juni 2003 (05.06.2003) DE

(71) Anmelder (*für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US*): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

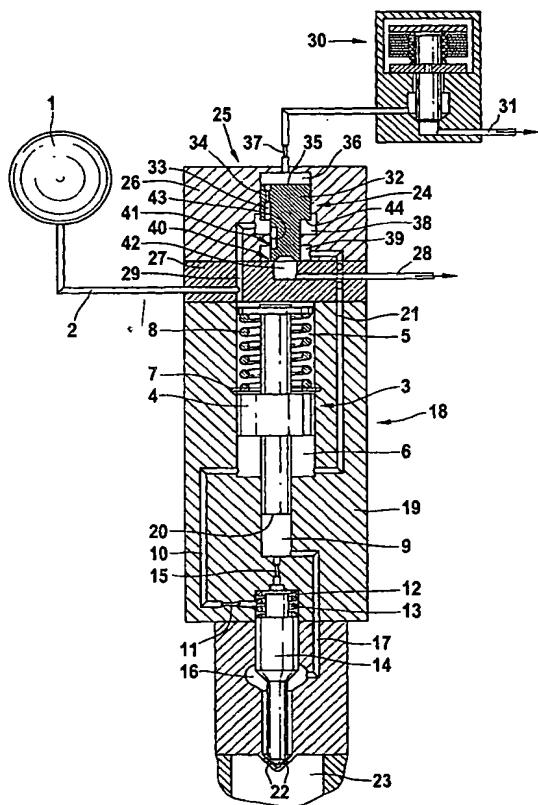
(75) Erfinder/Anmelder (*nur für US*): EISENMENGER, Matthias [DE/DE]; Sudetenring 24, 71642 Ludwigsburg (DE). MAGEL, Hans-Christoph [DE/DE]; Bachstrasse 10, 72793 Pfullingen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (*soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart*): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,

*[Fortsetzung auf der nächsten Seite]*

(54) Title: FUEL INJECTOR PROVIDED WITH PROVIDED WITH A PRESSURE TRANSMITTER CONTROLLED BY A SERVO VALVE

(54) Bezeichnung: SERVOVENTILANGESTEUERTER KRAFTSTOFFINJEKTOR MIT DRUCKÜBERSETZER





KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (*soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart*): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT,

RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

## Servoventilangesteuerter Kraftstoffinjektor mit Druckübersetzer

5

### Technisches Gebiet

Zum Einbringen von Kraftstoff in direkteinspritzende Verbrennungskraftmaschinen werden hubgesteuerte Einspritzsysteme mit Hochdruckspeicherraum (Common Rail) eingesetzt. Der Vorteil dieser Einspritzsysteme liegt darin, dass der Einspritzdruck an Last und Drehzahl in weiten Bereichen angepasst werden kann. Zur Reduzierung der Emissionen und zum Erzielen einer hohen spezifischen Leistung ist ein hoher Einspritzdruck erforderlich. Das erreichbare Druckniveau von Hochdruckkraftstoffpumpen ist aus Festigkeitsgründen begrenzt, so dass zur weiteren Drucksteigerung bei Kraftstoffeinspritzsystemen 10 Druckverstärker in den Kraftstoffinjektoren zum Einsatz kommen.

15

### Stand der Technik

20 DE 101 23 913 hat eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung für Brennkraftmaschinen mit einem von einer Kraftstoffhochdruckquelle versorgbaren Kraftstoffinjektor zum Gegenstand.. Zwischen dem Kraftstoffinjektor und der Kraftstoffhochdruckquelle ist eine einen beweglichen Druckübersetzerkolben aufweisende Druckübersetzungseinrichtung geschaltet. Der Druckübersetzerkolben trennt einen an die Kraftstoffhochdruckquelle anschließbaren Raum von einem mit dem Kraftstoffinjektor verbundenen Hochdruckraum. Durch Befüllen eines Rückraumes der Druckübersetzungseinrichtung mit Kraftstoff beziehungsweise durch Entleeren des Rückraumes von Kraftstoff kann der Kraftstoffdruck im Hochdruckraum variiert werden. Der Kraftstoffinjektor weist einen beweglichen Schließkolben zum Öffnen 25 und Verschließen von Einspritzöffnungen auf. Der Schließkolben ragt in einen Schließdruckraum hinein, so dass der Schließkolben mit Kraftstoffdruck beaufschlagbar ist zur Erzielung einer in Schließrichtung auf den Schließkolben wirkenden Kraft. Der Schließdruckraum und der Rückraum werden durch einen gemeinsamen Schließdruck-Rückraum gebildet, wobei sämtliche Teilbereiche des Schließdruck-Rückraumes permanent zum Austausch von Kraftstoff miteinander verbunden sind. Es ist ein Druckraum zum Versorgen 30 der Einspritzöffnungen mit Kraftstoff und zum Beaufschlagen des Schließkolbens mit einer in Öffnungsrichtung wirkenden Kraft vorgesehen. Ein Hochdruckraum steht derart mit der Kraftstoffhochdruckquelle in Verbindung, dass im Hochdruckraum, abgesehen von Druckschwingungen, ständig zumindest der Kraftstoffdruck der Kraftstoffhochdruckquelle anliegen kann, wobei der Druckraum und der Hochdruckraum durch einen gemeinsamen Ein- 35

spritzraum gebildet werden. Sämtliche Teilbereiche des Einspritzraumes sind permanent zum Austausch von Kraftstoff miteinander verbunden.

DE 102 294 15.1 bezieht sich auf eine Einrichtung zur Nadelhubdämpfung an druckgesteuerten Kraftstoffinjektoren. Es wird eine Einrichtung zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum einer Verbrennungskraftmaschine offenbart, die einen Kraftstoffinjektor umfasst, der über eine Hochdruckquelle mit unter hohem Druck stehenden Kraftstoff beaufschlagbar ist. Der Kraftstoffinjektor wird über ein Zumessventil betätigt, wobei ein Einspritzventilglied von einem Druckraum umschlossen ist und das Einspritzventilglied in Schließrichtung durch eine Schließkraft beaufschlagbar ist. Dem Einspritzventilglied ist ein von diesem unabhängig bewegbares Dämpfungselement zugeordnet, welches einen Dämpfungsraum begrenzt und mindestens einem Überströmkanal zur Verbindung des Dämpfungsraumes mit einem weiteren hydraulischen Raum aufweist. Gemäß DE 102 294 15.1 erfolgt die Steuerung des Kraftstoffinjektors mit einem 3/2-Ventil, wodurch sich zwar ein kostengünstiger und bauraumsparender Injektor darstellen lässt, jedoch dieses Ventil eine relativ große Rücklaufmenge des Druckübersetzers zu steuern hat.

An Stelle der aus DE 102 294 15.1 bekannten Ausführungsform eines 3/2-Ventiles können auch Servoventile eingesetzt werden, die im Ruhezustand des Servoventiles am Führungsabschnitt leckagefrei ausgebildet sind, was den Wirkungsgrad eines Kraftstoffinjektors günstig beeinflusst. Nachteilig ist jedoch der Umstand, dass im geöffneten Zustand des Servoventilkolbens des 3/2-Wegeventils keine in dessen Öffnungsrichtung weisende Druckfläche mit Systemdruck beaufschlagt ist. Dadurch wird die Bewegung des Servoventilkolbens in seinem Gehäuse sehr toleranzempfindlich. Ferner lässt sich eine langsame Öffnungsgeschwindigkeit des Servoventilkolbens nicht erreichen, wodurch die Kleinstmengenfähigkeit eines derart konfigurierten Servoventiles eingeschränkt ist. Im geöffneten Zustand des Servoventilkolbens stellt sich an einem an diesem ausgebildeten zweiten Ventilsitz nur eine ungenügende Schließkraft ein, was zu Undichtigkeiten und erhöhtem Verschleiß führen kann.

30

### Darstellung der Erfindung

Um eine definierte Bewegung eines Servoventilkolbens eines Servoventiles zur Betätigung eines Kraftstoffinjektors zu erreichen, wird ein als 3/2-Wegeventil ausgebildetes Servoventil vorgeschlagen, welches eine in Öffnungsrichtung beaufschlagbare hydraulisch wirksame Fläche aufweist, die ständig mit Systemdruck beaufschlagt ist. Der Systemdruck entspricht dem im Hochdruckspeicherraum herrschenden Druckniveau. Durch diese Maßnahme lässt sich die Bewegung des Servoventilkolbens problemlos durch die Abstimmung

von Zu- bzw. Ablaufdrossel am Servoventil einstellen. Durch eine langsam ablaufende Öffnungsbewegung des Servoventilkolbens kann eine gute Darstellbarkeit von kleinen Voreinspritzmengen und ein schwingungsfreier Druckaufbau gewährleistet werden. Aufgrund der definierten Öffnungskraft wird das erfindungsgemäß vorgeschlagene Servoventil

5 toleranzunempfindlich gegenüber Reibungseinflüssen, so dass eine fertigungsbedingte Toleranzstreuung und damit einhergehende starke Streuungen von Einspritzmengen vermieden werden können.

Ferner weist das erfindungsgemäß vorgeschlagene, als 3/2-Wegeventil ausgebildete Servo-

10 ventil im Ruhezustand keine an einem Führungsabschnitt auftretenden Leckageströme auf. Dies bedeutet eine erhebliche Verbesserung des Injektorwirkungsgrades; aufgrund der dadurch am Servoventilkolben möglichen kleinen Führungslängen lässt sich eine geringe Baulänge des Servoventiles ermöglichen, was die Gesamtbauhöhe eines Kraftstoffinjektors mit Druckübersetzer in einem Injektorkörper, das Servoventil umfassend, günstig beeinflusst, d.h. der Platzbedarf eines solcherart ausgebildeten Kraftstoffinjektors wird erheblich reduziert.

Wird ein am Servoventilkolben des Servoventiles ausgebildeter Dichtsitz als Flachsitz ausgebildet, kann in vorteilhafter Weise das Gehäuse des Servoventiles als ein mehrteiliges

20 Gehäuse ausgebildet werden, womit ein Achsversatz von Bauteilen zueinander ausgeglichen werden kann. Diese Ausgleichsmöglichkeit fertigungsbedingter Bauteiltoleranzen und die gute Zugänglichkeit zur Fertigung des Dichtsitzes stellt eine einfache und kostengünstige Herstellbarkeit des erfindungsgemäß vorgeschlagenen Servoventiles sicher.

25 Zeichnung

Anhand der Zeichnung wird die Erfindung nachstehend eingehender beschrieben:

Es zeigt:

30 Figur 1 eine erste Ausführungsvariante eines als 3/2-Wege-Ventil ausgebildeten Servoventiles mit führungsleckagefreiem Servoventilkolben,

35 Figur 2 eine weitere Ausführungsvariante eines Servoventilkolbens eines 3/2-Servoventiles mit einem als Kegel-Dichtsitz ausgebildeten ersten Sitz und einem als Schieberdichtung ausgebildeten weiteren Sitz,

Figur 3 eine Ausführungsvariante eines 3/2-Servoventiles mit einem Servoventilkolben, an dem eine Steuerhülse aufgenommen ist und

Figur 4 eine Ausführungsvariante eines 3/2-Servoventiles mit gestrecktem Servoventilkolben.

5 Ausführungsvarianten

Figur 1 ist eine erste Ausführungsvariante eines erfindungsgemäß vorgeschlagenen 3/2-Servoventiles zur Ansteuerung eines einen Druckübersetzer enthaltenden Kraftstoffinjektors zu entnehmen.

10 Über eine Druckquelle 1 und eine sich an diesen anschließenden Hochdruckzuleitung 2 wird ein Arbeitsraum 5 eines Druckübersetzers 3 mit unter hohem Druck stehenden Kraftstoff beaufschlagt. Der Arbeitsraum 5 ist permanent mit dem unter hohem Druck stehenden Kraftstoff der Druckquelle 1 beaufschlagt. Der Druckübersetzer 3 umfasst einen einteilig  
15 ausgebildeten Übersetzerkolben 4, welcher den Arbeitsraum 5 von einem Differenzdruckraum 6 (Rückraum) trennt. Der Übersetzerkolben 4 ist durch eine Rückstellfeder 8 beaufschlagt, die sich einerseits an einer in einem Injektorkörper 19 eingelassenen Stützscheibe 7 und andererseits an einer an einem Zapfen des Übersetzerkolbens 4 angebrachten Anschlagscheibe abstützt. Der Druckübersetzer 3 umfasst darüber hinaus einen Kompressionsraum 9 der über eine Überströmleitung 10 mit einem Steuerraum 12 für ein Einspritzventilglied 14 in Verbindung steht. In der Überströmleitung 10 vom Differenzdruckraum 6 (Rückraum) zum Steuerraum 12 für das Einspritzventilglied 14 ist eine erste Drosselstelle 11 aufgenommen.

25 Im Steuerraum 12 für das Einspritzventilglied 14 ist ein Federelement 13 aufgenommen, welches eine Stirnseite des nadelförmig ausgebildeten Einspritzventilgliedes 14 beaufschlagt. Das Einspritzventilglied 14 umfasst eine Druckstufe, die von einem Druckraum 16 umschlossen ist. Der Druckraum 16 wird über einen Druckraumzulauf 17, welcher vom Kompressionsraum 9 des Druckübersetzers 3 abzweigt, mit unter übersetztem Druck stehenden Kraftstoff beaufschlagt. Vom Differenzdruckraum 6 des Druckübersetzers 3 verläuft eine Absteuerleitung 21 in das erste Gehäuseteil 26 des Servoventilgehäuses 25. Die den Kompressionsraum 9 des Druckübersetzers 3 beaufschlagende Stirnfläche des Übersetzerkolben 4 ist durch Bezugszeichen 20 identifiziert. Aufgrund der Druckstufe am Einspritzventilglied 14 führt dieses bei Druckbeaufschlagung des Druckraums 16 eine Öffnungsbewegung aus, so dass vom Druckraum 16 Kraftstoff entlang eines Ringpaltes Einspritzöffnungen 22 zuströmt und in einen Brennraum 23 einer selbstzündenden Verbrennungskraftmaschine gelangt.

Der das Einspritzventilglied 14 beaufschlagende Steuerraum 12 steht über eine zweite Drosselstelle 15 mit dem Kompressionsraum 9 des Druckübersetzers 3 in hydraulischer Verbindung.

5 Oberhalb des Injektorkörpers 19 eines Kraftstoffinjektors 18 ist ein Servoventilgehäuse 25 angeordnet, welches ein Servoventil 24 aufnimmt. In der Figur 1 dargestellten Ausführungsvariante ist das Servoventilgehäuse 25 zweiteilig ausgebildete und umfasst einen ersten Gehäuseteil 26 und einen zweiten Gehäuseteil 27. Die zweiteilige Ausbildung des Servoventilgehäuses 25 gemäß der in Figur 1 dargestellten Ausführungsvariante, erlaubt eine gute Zugänglichkeit zur Bearbeitung des Dichtsitzes und einer Schieberkante, wodurch sich eine einfache und kostengünstige Herstellbarkeit des Servoventils 24 ergibt.

10

Von der Hochdruckzuleitung 2, über welche der Arbeitsraum 5 des Druckübersetzers 3 mit unter hohem Druck stehenden Kraftstoff beaufschlagt wird, zweigt eine Versorgungsleitung 29 in das Ventilgehäuse 25 ab. Die Versorgungsleitung 29 mündet in einem ersten hydraulischen Raum 38 des ersten Gehäuseteiles 26 des Servoventilgehäuses 25. Der erste hydraulische Raum 38 umschließt einen Servoventilkolben 32, welcher einen Durchgangskanal 33 umfasst. Im Durchgangskanal 33 des Servoventilkolbens 32 ist eine dritte Drosselstelle 34 ausgebildet. Über den Durchgangskanal 33 strömt Kraftstoff vom ersten hydraulischen Raum 38 in einen Steuerraum 36 des Servoventiles 24. Eine Druckentlastung des Steuerraumes 36 erfolgt bei Betätigung eines Schaltventiles 30, bei dessen Öffnen Steuervolumen aus dem Steuerraum 36 über eine Ablaufdrosselstelle 37 (vierte Drosselstelle) enthaltenden Rücklauf mit einem weiteren niederdruckseitigen Rücklauf 31 verbunden wird und Kraftstoff in diesen ableitbar ist. Der Steuerraum 36 des Servoventiles 24 ist durch eine Stirnfläche 35 an der Oberseite des Servoventilkolbens 32 begrenzt. Dieser liegt am Kopf des Servoventilkolbens 32 einer in Öffnungsrichtung des Servoventilkolben 32 wirksamen Ringfläche, die vom im ersten hydraulischen Raum 38 herrschenden Druck beaufschlagt ist, gegenüber. Am Servoventilkolben 32 sind darüber hinaus ein erster Dichtsitz 40 in einem zweiten hydraulischen Raum 39 sowie eine Steuerkante 41 ausgebildet.

20

Über den ersten Dichtsitz 40 wird die Verbindung zu einem Ablaufsteuerraum 42, von dem ein niederdruckseitiger Rücklauf 28 abzweigt, freigegeben bzw. verschlossen. Mittels der Steuerkante 41, der in der in Figur 1 dargestellten Ausführungsvariante des Servoventiles 24 als Schieberdichtkante 43 ausgebildet ist, wird der unter Systemdruck stehende erste hydraulische Raum 38 bei sich in vertikaler Richtung bewegendem Servoventilkolben 32 gegen den zweiten hydraulischen Raum 39 abgedichtet. Die beiden Rückläufe 28, 31 auf der Niederdruckseite werden möglichst zu einem Rücklauf, der in einen Kraftstofftank mündet, zusammengefasst.

25

30

35

Zur Unterstützung der Bewegung des Servoventilkolben 32 im ersten Gehäuseteil 26 können – obwohl in Figur 1 nicht dargestellt – Federkräfte über Federn auf den Servoventilkolben 32 aufgebracht werden. Die in Figur 1 dargestellte erste Ausführungsvariante des Servoventiles 24 erlaubt einen extrem kompakt bauenden Aufbau des Servoventiles 24.

5 Der erste Dichtsitz 40 des Servoventils 24 ist in der Darstellung gemäß Figur 1 als Flachsitz ausgebildet, könnte jedoch auch als Kegelsitz (vgl. Darstellung gemäß Figur 2) Kugelsitz oder auch als Schieberkante ausgebildet werden. In vorteilhafter Weise lässt sich durch die Ausbildung des ersten Dichtsitzes 40 als Flachsitz ein mehrteilig aufgebauter Ventilkörper 25 einsetzen. Mittels des als Flachsitz ausgebildeten ersten Dichtsitzes 40 lassen  
10 sich eventuell fertigungsbedingt auftretende Achsversatze problemlos ausgleichen. Ferner wird durch die im Steuerraum 36 des Servoventiles 24 aufgebrachte Schließkraft am Flachsitz des ersten Dichtsitzes 40 eine sehr hohe Flächenpressung und damit eine gute Abdichtung erzielt. Der erste Dichtsitz 40 kann entweder als Dichtkante oder als Dichtfläche ausgeführt sein. Die Dichtkraft kann dabei über die Druckfläche gegenüber dem Ablaufsteuerraum 42 eingestellt werden. Dadurch ist bei Verwendung einer Dichtfläche eine optimale  
15 Auslegung der Flächenpressung möglich, wodurch sich einerseits sowohl eine ausreichende Dichtheit wie andererseits auch ein geringerer Verschleiß realisieren lassen.

Figur 2 zeigt eine weitere Ausführungsvariante des erfundungsgemäß vorgeschlagenen Servoventiles, wobei dessen erster Dichtsitz als Kegeldichtsitz ausgebildet ist.

Der Darstellung nach Figur 2 ist ebenfalls ein Kraftstoffinjektor 18 zu entnehmen, der einen Druckübersetzer 3 enthält. Der Arbeitsraum 5 des Druckübersetzers 3 wird über eine Druckquelle 1 (Common Rail) via Hochdruckleitung 2 mit unter hohem Druck stehenden  
25 Kraftstoff versorgt. Im Unterschied zur Ausführung des Druckübersetzers 3 gemäß der Ausführungsvariante nach Figur 1 ist der Übersetzerkolben 4 des Druckübersetzers 3 gemäß den Darstellungen in Figur 2 mehrteilig ausgebildet. Im Injektorkörper 19 des Kraftstoffinjektors 18 ist eine Stützscheibe 7 eingelassen, welche eine obere Anschlagsfläche für den oberen Teil des mehrteilig ausgebildeten Übersetzerkolbens 4 darstellt. Der  
30 untere Teil des Übersetzerkolbens 4 ist durch eine sich gehäuseseitig abstützende Rückstellfeder 8 beaufschlagt; der Kompressionsraum 9 des Druckübersetzers 3 wird über die Stirnfläche 20 des unteren Teiles des Übersetzerkolbens 4 begrenzt. Vom Differenzdruckraum 6 (Rückraum) des Druckübersetzers 3 zweigt eine die erste Drosselstelle 11 enthaltende Überströmleitung 10 ab. Die Überströmleitung 10 verbindet den Differenzdruckraum  
35 6 (Rückraum) des Druckübersetzers 3 mit dem Steuerraum 12 zur Steuerung der Hubbewegung des nadelförmig ausgebildeten Einspritzventilgliedes 14. Vom Kompressionsraum 9 des Druckübersetzers 3 verläuft der Druckraumzulauf 17, der in den das Einspritzventilglied 14 umgebenden Druckraum 16 mündet. Das Einspritzventilglied 14 umfasst eine Druckstufe, welche eine hydraulisch wirksame Fläche aufweist. An dieser greift der im

Druckraum 16 anstehende Kraftstoffdruck an und öffnet das Einspritzventilglied 14, so dass Kraftstoff über beim Öffnen des Einspritzventilgliedes 14 freigegebene Einspritzöffnungen 22, die in den Brennraum 23 der selbstzündenden Verbrennungskraftmaschine münden, eingespritzt wird.

5 Im Unterschied zu in Figur 1 dargestellte Ausführungsvariante ist im Steuerraum 12 für das Einspritzventilglied 14 ein Dämpfungskolben 51 aufgenommen. Der Dämpfungskolben 51 ist von einem vertikal verlaufenden Kanal 53 durchzogen. Der Kanal 53 steht über eine 10 fünfte Drosselstelle 52 in der Wandlung des Dämpfungskolbens 51 mit dem Steuerraum 12 hydraulisch in Verbindung. Eine am Dämpfungskolben 51 ausgebildete Ringfläche 55 ist von einem sich gehäuseseitig abstützenden Federelement 54 beaufschlagt. Vom Steuerraum 12 für das Einspritzventilglied 14 verläuft eine Befüllleitung 56, welche ein Wiederbefüllventil 50 enthält, welches als Rückschlagventil ausgebildet sein kann, zum Kompressionsraum 9 des Druckübersetzers 3. Über die das Wiederbefüllventil 50 enthaltende Befüllleitung 56 wird der Kompressionsraum 9 des Druckübersetzers 3 wieder mit Kraftstoff 15 befüllt.

Das Servoventil 24 gemäß der in Figur 2 dargestellten Ausführungsvariante ist im Ventilkörper 25 aufgenommen. Das Servoventil 24 umfasst den Steuerraum 36, welcher über das 20 Schaltventil 30 in den zweiten niederdruckseitigen Rücklauf 31 druckentlastbar ist. Zwischen Steuerraum 36 und dem Schaltventil 30 ist eine Ablaufdrossel 37 (vierte Drosselstelle) aufgenommen. Dem Steuerraum 36 im Ventilkörper 25 des Servoventiles 24 gegenüberliegend befindet sich der erste hydraulische Raum 38, welcher durch die Steuerkante 41 vom zweiten, hier kegelförmig konfigurierten zweiten hydraulischen Raum 39 getrennt ist. 25 Der zweite hydraulische Raum 39 ist über die Absteuerleitung 21 mit dem Differenzdruckraum 6 (Rückraum) des Druckübersetzers 3 verbunden. Auch in der Ausführungsvariante des Servoventiles 24 gemäß Figur 2 ist die Steuerkante 41 als Schieberdichtkante 43 ausgebildet. Im Unterschied zur in Figur 1 dargestellten Ausführungsvariante des Servoventiles 24 ist der erste Dichtsitz 40 des Servoventilkolbens 32 als Kegelsitz ausgebildet. Bei 30 geschlossenem ersten Dichtsitz 40 wird der unterhalb des Servoventilkolbens 32 im Ventilkörper 25 ausgebildete Ablaufsteuerraum 42 abgedichtet, so dass der erste niederdruckseitige Rücklauf 28 verschlossen ist.

In Abwandlung des Servoventilkolbens 32 gemäß der Darstellung in Figur 1, erfolgt eine 35 Druckbeaufschlagung des Steuerraumes 36 und des ersten hydraulischen Raumes 38 parallel über die Versorgungsleitung 29, die vom Arbeitsraum 5 des Druckübersetzers 3 abzweigt. Mithin steht über die Versorgungsleitung 29 Systemdruck sowohl im ersten hydraulischen Raum 38, der über den zweiten Versorgungsleitungsabschnitt 58 beaufschlagt ist an als auch über einen ersten Versorgungsleitungsabschnitt 57, die dritte Drosselstelle

34 enthaltend, im Steuerraum 36 des Servoventiles 24 an. Aufgrund der Identität der Drücke im ersten hydraulischen Raum 38 sowie im Steuerraum 36 ist eine Führungsleckage entlang des Kopfes des Servoventilkolbens 32 ausgeschlossen. Der Servoventilkolben 32 ist im Ventilkörper 25 hochdruckdicht geführt. Im Ruhezustand steht innerhalb des Führungsbereiches des Kopfes des Servoventilkolbens 32 an beiden Seiten, d.h. im Steuerraum 36 sowie im ersten hydraulischen Raum 38 Systemdruck an, so dass kein Leckagestrom auf die Niederdrucksseite auftritt. Der gesamte Bereich des Servokolbens 32, d.h. der Steuerraum 36, der erste hydraulische Raum 38 sowie der zweite hydraulische Raum 39 sowie die Steuerkante 41 ist über den im zweiten hydraulischen Raum 39 ausgebildeten ersten Dichtsitz 40führungsleckagefrei gegen den Ablaufsteuerraum 42 und damit gegen den ersten niederdruckseitigen Rücklauf 28 abgedichtet.

Die prinzipielle Arbeitsweise des erfindungsgemäß vorgeschlagenen Kraftstoffinjektors, der über das Servoventil 24 angesteuert wird, wird anhand der Darstellung gemäß Figur 1 beschrieben.

Der Arbeitsraum 5 des Druckübersetzers 3 ist ständig mit der Druckquelle 1 verbunden und steht ständig unter dem dort herrschenden Druckniveau. Der Kompressionsraum 9 des Druckübersetzers 3 ist über den Druckraumzulauf 17 ständig mit dem Druckraum 16, der das Einspritzventilglied 14 umgibt, verbunden. Der Druckübersetzer 3 umfasst darüber hinaus den Differenzdruckraum 6 (Rückraum) der zur Steuerung des Druckübersetzers 3 entweder mit Systemdruck, d.h. dem in der Druckquelle 1 herrschenden Druckniveau beaufschlagt oder von diesem abgetrennt in den niederdruckseitigen Rücklauf 28 druckentlastet wird. Im deaktivierten Zustand ist der Differenzdruckraum 6 (Rückraum) des Druckübersetzers 3 über die Absteuerleitung 21, die geöffneten Steuerkante 41, die Versorgungsleitung 29 mit dem Druckspeicher 1 verbunden, so dass die Drücke im Arbeitsraum 5 und im Differenzdruckraum 6 (Rückraum) des Druckübersetzers einander entsprechen und der Übersetzerkolben 4 ausgeglichen ist und keine Druckverstärkung stattfindet.

Zur Aktivierung des Druckübersetzers 3 erfolgt eine Druckentlastung des Differenzdruckraumes 6 (Rückraum). Um diese Druckentlastung herbeizuführen, wird das Schaltventil 30 aktiviert, d.h. geöffnet und der Steuerraum 36 des Servoventiles 24 in den niederdruckseitigen Rücklauf 31 über die Ablaufdrosselstelle 37 druckentlastet. Aufgrund des fallenden Druckes im Steuerraum 36 bewegt sich der Servoventilkolben 32 in vertikaler Richtung nach oben, bewegt durch die an der öffnenden Fläche 44 im ersten hydraulischen Raum 38 angreifende Druckkraft. Dadurch wird der erste Dichtsitz 40 geöffnet, während die Steuerkante 41 geschlossen wird, da die Schieberkante 43 die dieser gegenüberliegenden Gehäusekante des Ventilkörpers 25 überdeckt. Durch die Auslegung der Drosselstelle 34 im Durchgangskanal 33 des Servoventilkolbens 32 und die Ablaufdrossel 37 ist die Bewe-

gungsgeschwindigkeit des Servoventilkolbens 32 bei seiner Öffnungsbewegung beliebig einstellbar. Aufgrund der definierten öffnenden Fläche 44 an der Unterseite des Kopfes des Servoventiles 24, steht am Servoventilkolben 32 ständig eine diesen in Öffnungsrichtung beaufschlagende Druckkraft an. Dadurch lässt sich eine exakte Bewegung des Servoventilkolbens 32 und damit ein stabiles Verharren desselben am Öffnungsanschlag im geöffneten Zustand des Servoventilkolbens 32 herbeiführen.

Bei in seiner Öffnungsstellung befindlichen Servoventilkolbens 32 erfolgt eine Abkopplung des Differenzdruckraumes 6 (Rückraum) des Druckübersetzers 3 vom Systemdruck, 10 d.h. des im Druckspeicher 1 herrschenden Druckniveaus. Bei geschlossener Steuerkante 41 erfolgt ein Abströmen einer Steuermenge aus dem Differenzdruckraum 6 (Rückraum) über die Absteuerleitung 21 in den zweiten hydraulischen Raum 39, über den geöffneten ersten Dichtsitz 40 in den Ablaufsteuerraum 42. Von diesem strömt die aus dem Differenzdruckraum 6 (Rückraum) abgesteuerte Kraftstoffmenge in den niederdruckseitigen Rücklauf 28 15 ab.

Aufgrund der Einfahrbewegung der Stirnfläche 20 des Übersetzerkolbens 4 in den Kompressionsraum 9, erfolgt in diesem eine Druckerhöhung, so dass über den Druckraumzulauf 17 entsprechend des Übersetzungsverhältnisses des Druckübersetzers 3 unter erhöhtem 20 Druck stehender Kraftstoff dem Druckraum 16, der das Einspritzventilglied 14 umgibt, zuströmt. Aufgrund der am Einspritzventilglied 14 im Bereich des Druckraumes 16 ausgebildeten Druckstufe öffnet dieses entgegen der Wirkung der Feder 13, so dass die Einspritzdüsen 22 am brennraumseitigen Ende des Kraftstoffinjektors 18 geöffnet werden und Kraftstoff in den Brennraum 23 der Verbrennungskraftmaschine eingespritzt werden kann. 25 Bei vollständig geöffnetem Einspritzventilglied 14 wird die zweite Drosselstelle 15 zwischen dem Steuerraum 12 und dem Kompressionraum 9 des Druckübersetzers 3 verschlossen, so dass sich während des Einspritzvorganges kein Verluststrom einstellt.

Zum Beenden des Einspritzvorganges erfolgt eine erneute Betätigung des Schaltventiles 30, dieses wird in seine Schließstellung gefahren, so dass sich im Steuerraum 36 über den Durchgangskanal 33, den ersten hydraulischen Raum 38 und die in diesen mündende Versorgungsleitung 29 der im Druckspeicher 1 herrschende Systemdruck aufbaut. Durch die 35 sich im Steuerraum 36 aufbauende Druckkraft bewegt sich der Servoventilkolben 32 nach unten in seine Ausgangsstellung, wobei der erste Dichtsitz 40 zum niederdrucksseitigen Rücklauf 28 verschlossen und die Steuerkante 41 geöffnet wird. Da die Stirnfläche 35, auf welche der im Steuerraum 36 herrschende Druck einwirkt, größer bemessen ist als die öffnende Druckfläche 44 im ersten hydraulischen Raum 38, wird eine definierte und schnell ablaufende Schließbewegung des Servoventilkolbens 32 in seine Schließstellung erreicht.

Zu Unterstützung der Hubbewegung des Servoventilkolbens 32 könnten auch zusätzliche Federn im 1. Gehäuseteil 26 angeordnet werden.

5 Im Differenzdruckraum 6 (Rückraum) des Druckverstärkers und im Steuerraum 12, über welchen das Einspritzventilglied 14 gesteuert wird, erfolgt jetzt ein Druckaufbau auf das im Druckspeicher 1 herrschende Druckniveau über die Versorgungsleitung 29, die von der Hochdruckzuleitung 2 des Hochdruckspeicher 1 abzweigt, die geöffneten Steuerkante 41, den zweiten hydraulischen Raum 39 und die Absteuerleitung 21, die in den Differenzdruckraum 6 (Rückraum) mündet. Von dort erfolgt ein Druckaufbau über die Überströmleitung 10, die die erste Drosselstelle 11 enthält in den Steuerraum 12.

10 Gleichzeitig erfolgt bei Druckaufbau im Differenzdruckraum 6 (Rückraum) des Druckübersetzers eine Wiederbefüllung des Kompressionsraumes 9 über die vom Steuerraum 12 zur Betätigung des Einspritzventilgliedes 14 abzweigende Leitung, in welcher die zweite 15 Drosselstelle 15 ausgebildet ist.

Der erste Dichtsitz 40 kann sowohl als Flachsitz, welcher eine hohe Flächenpressung ermöglicht, als auch als Kegelsitz (Vergleiche darstellen gemäß Figur 2) als Kugelsitz oder 20 als Schieberkante ausgebildet werden. Über den in Figur 1 dargestellten Flachsitz als ersten Dichtsitz 40 lässt sich ein eventuell fertigungsbedingt auftretender Achsversatz ausgleichen. Über das im Steuerraum 36 anstehende hohe Druckniveau erfolgt die Erzeugung einer ausreichenden Schließkraft, so dass am ersten Dichtsitz 40 in dessen Schließstellung 25 eine hohe Flächenpressung entsteht und damit eine gute Abdichtwirkung gewährleistet bleibt.

Mit der in Figur 2 dargestellten Ausführungsvariante unter Verwendung eines Dämpfungs 30 kolbens 51, welcher das Einspritzventilglied 14 beaufschlagt, lässt sich eine Reduktion der Öffnungsgeschwindigkeit des nadelförmig ausbildbaren Einspritzventilgliedes 14 erzielen. Das Dämpfungsverhalten des Dämpfungskolbens 51 lässt sich durch die Dimensionierung von diesem beaufschlagenden Federelement 54 als auch durch die Dimensionierung des in 35 der Wandung des Dämpfungskolbens 51 ausgebildeten Drosselementes 52 einstellen. Gemäß der in Figur 2 dargestellten Ausführungsvariante erfolgt die Wiederbefüllung des Kompressionsraumes 9 des Druckübersetzers 3 nicht über die zweite Drosselstelle 15 wie in der Ausführungsvariante gemäß Figur 1, sondern über eine vom Steuerraum 12 des Einspritzventilgliedes 14 abzweigende Befüllleitung 56 in der ein als Rückschlagventil ausgebildetes Wiederbefüllventil 50 aufgenommen ist.

Das erfindungsgemäß vorgeschlagene 3/2-Servoventil 24 kann zur Steuerung sämtlicher Druckübersetzer 3 eingesetzt werden, die über eine Druckänderung ihres Differenzdruckraumes 6 (Rückraums) angesteuert werden.

5 Figur 3 ist eine Ausführungsvariante eines 3/2-Servoventils mit einem Servoventilkolben zu entnehmen, an dem eine Steuerhülse aufgenommen ist.

Die in Figur 3 dargestellte Ausführungsvariante eines Kraftstoffinjektors 18 mit Druckübersetzer 3 wird über eine Hochdruckquelle 1 über die Hochdruckzuleitung 2 mit unter hohem Druck stehenden Kraftstoff beaufschlagt. Über die Hochdruckleitung 2 wird der Arbeitsraum 5 des Druckübersetzers 3 mit Systemdruck befüllt, in welchem eine Rückstellfeder 8 aufgenommen ist, die sich einerseits an einer Stützscheibe 7 abstützt und andererseits über eine Anschlagfläche den Übersetzerkolben 4 vorspannt, der den Arbeitsraum 5 vom Differenzdruckraum 6 trennt. Die Stirnseite 20 des Übersetzerkolbens 4 begrenzt den Kompressionsraum 9, von welchem bei Aktivierung des Druckübersetzers 3 über den Druckraumzulauf 17 der Druckraum 16 mit unter hohem Druck stehenden Kraftstoff beaufschlagt wird.

Die in Figur 3 dargestellte Ausführungsvariante des Kraftstoffinjektors 18 umfasst den Steuerraum 12, welcher von einer Steuerraumhülse 62 begrenzt ist. Die Steuerraumhülse 62 ist über die Feder 13 vorgespannt, wobei die Feder 13 sich an einem Bund des Einspritzventilgliedes 14 abstützt. Am Einspritzventilglied 14 sind unterhalb des Bundes als Anschliffe ausgebildete Zulaufflächen 64 ausgebildet. Über diese Zulaufflächen 64 strömt der Kraftstoff vom Druckraum Einspritzöffnungen 22 zu, die in den Brennraum 23 der selbstzündenden Verbrennungskraftmaschine münden. Der Steuerraum 12 des Kraftstoffinjektors 18 wird einerseits über eine erste Drosselstelle 11, die vom Druckraumzulauf 17 abzweigt mit Kraftstoff beaufschlagt; die Druckentlastung des Steuerraumes 12 erfolgt über die zweite Drosselstelle 15 bei Betätigung eines Schaltventiles 60. Wird das Schaltventil 60 betätigt, so wird eine Absteuermenge über die zweite Drosselstelle 15 in einen Injektorrücklauf 61 abgeleitet.

Der Druckübersetzer 3 gemäß der in Figur 3 dargestellten Ausführungsvariante wird über das Servoventil 24 betätigt. Das Servoventil 24 umfasst den Ventilkolben 32, welcher einen Servoventilkolbenabschnitt 65 aufweist. Der Servoventilkolben 32, 65 wird über die Druckbeaufschlagung bzw. Druckentlastung des Steuerraumes 36 gesteuert. Druckseits wird der Steuerraum 36 des Servoventiles 24 über den ersten Versorgungsleitungsabschnitt 57, in welchem die Drosselstelle 34 aufgenommen ist, mit unter hohem Druck stehenden Kraftstoff beaufschlagt. Eine Druckentlastung des Steuerraumes 36 des Servoventiles 24 erfolgt über eine Betätigung des Schaltventiles 30. Bei dessen Betätigung strömt ein Ab-

steuervolumen aus dem druckentlasteten Steuerraum 36 des Servoventiles 24 über die Ablaufdrossel 37 (4. Drosselstelle) in den niederdruckseitig vorgesehenen Rücklauf 31 ab.

Das Servoventil 24 umfasst ein Gehäuse 25, welches mehrere Gehäuseteile 26, 27 umfasst.

5

Der Servoventilkolben 32, 65 ist von dem ersten hydraulischen Raum 38 sowie dem zweiten hydraulischen Raum 39 umschlossen. Der erste hydraulische Raum 38 wird über die Versorgungsleitung 29, die von der Hochdruckleitung 2 abzweigt, mit unter hohem Druck stehenden Kraftstoff beaufschlagt. In den zweiten hydraulischen Raum 39 mündet die Absteuerleitung 21, über welche eine Druckentlastung des Differenzdruckraumes 6 (Rückraum) des Druckübersetzers 3 erfolgt.

Der Servoventilkolben 32 umfasst darüber hinaus die hydraulische Fläche 44, an welcher eine den Servoventilkolben 32 in Öffnungsstellung bewegende Druckkraft bei Druckentlastung des Steuerraumes 36 des Servoventiles 24 angreift. Im Servoventilkolbenabschnitt 65 sind erste Aussparungen 63 ausgebildet, welche Schieberdichtkanten 43 aufweisen. Die Schieberdichtkanten 43 der ersten Aussparungen 63 wirken mit einer am zweiten Gehäuseteil 27 ausgebildeten Steuerkante 41 zusammen. Am Servoventilkolbenabschnitt 65 ist eine Steuerhülse 67 aufgenommen, die durch eine Steuerhülsenfeder 68 vorgespannt ist, die sich ihrerseits am ersten Gehäuseteil 26 des Servoventilgehäuses 25 abstützt. Die Steuerhülse 67 weist einen Hilsenaussparung 71 auf. Der erste Dichtsitz 40 gemäß der in Figur 3 dargestellten Ausführungsvariante ist als Flachsitz beschaffen und dichtet den Absteuerraum 42 (Niederdruckraum) gegen den niederdruckseitigen Rücklauf 28 ab. Die Funktionsweise der in Figur 3 dargestellten Ausführungsvariante des über das Servoventil 24 angesteuerten 20 Kraftstoffinjektors 18 mit Druckübersetzer 3 stellt sich wie folgt dar:

Im Ausgangszustand herrscht im Steuerraum 36 des Servoventiles 24 Systemdruck, der bei geschlossenem Schaltventil 30 im Steuerraum 36 über die dritte Drosselstelle 34 ansteht. Durch die Druckkraft innerhalb des Steuerraumes 36 des Servoventilkolbens, die auf die 30 Stirnfläche 35 des Servoventilkolbens 32 wirkt und welche größer ist als die öffnende Druckkraft, die über die hydraulische in Öffnungsrichtung wirksame Fläche 44 am Servoventilkolben 32 ansteht, wird der Servoventilkolben 32 in seine untere Position gefahren. In dieser Position stehen die Steuerkante 41 und die Schieberdichtkante 43 am Servoventilkolbenabschnitt 65 offen, wohingegen die Schieberdichtung 69 am Servoventilkolbenabschnitt 65 geschlossen ist. Ferner ist befindet sich der erste Dichtsitz 40 gegen den Absteuerraum 42 (Niederdruckraum) in seiner geschlossenen Position. Da der zweite hydraulische Raum 39 durch den ersten Dichtsitz 40 gegenüber dem Absteuerraum 42 (Niederdruckraum) abgedichtet ist, entsteht bei geschlossenem Servoventilkolben 32, 65 kein Leckagestrom in den niederdruckseitigen Rücklauf 28, wodurch geringere Anforderungen an

die Führungsleckage (Führungslänge und Spiel) der am Servoventilkolbenabschnitt 65 aufgenommenen Steuerhülse 67 gestellt werden können.

Der erste Dichtsitz 40 kann in vielfältiger Weise gestaltet werden. Neben der in Figur 3 dargestellten Ausbildung des ersten Dichtsitzes 40 als Flachsitz, kann dieser gemäß den Ausführungsvarianten, die in Figur 2 dargestellt ist, auch als Kegelsitz oder Kugelsitz ausgebildet werden. Besonders vorteilhaft ist die in Figur 3 dargestellte Ausführung des ersten Dichtsitzes 40 als Flachsitz in Verbindung mit einem mehrteilig ausgebildetem Servoventilkörper, wie Gehäuseteile 26, 27 sowie 66 umfassend, lässt sich eine einfache Fertigung des Ventilsitzes des ersten Dichtsitzes 40 erreichen. Durch den in Figur 3 dargestellten Flachsitz wird ein eventuell auftretender Achsversatz der Ventilkörper zueinander ausgeglichen. Die in Figur 3 dargestellte Ausführungsvariante weist zudem eine große schließende Druckkraft, ausgeübt durch den im Steuerraum 36 anstehenden Kraftstoffdruck auf den ersten Dichtsitz 40 auf, wodurch sich an diesem eine hohe Flächenpressung und damit eine hervorragende Dichtwirkung einstellt.

Im Ruhezustand des Servoventiles 24 ist der Differenzdruckraum (Rückraum) 6 des Druckübersetzers 3 über die ersten Aussparungen 63 am Servoventilkolben 65, sowie den ersten hydraulischen Raum 38 mit Systemdruck beaufschlagt und der Druckübersetzer 3 bleibt aufgrund der hydraulischen Verbindung zwischen dem zweiten hydraulischen Raum 39 die Absteuerleitung 21 mit dem Differenzdruckraum verbunden. Aufgrund des gleichen Druckniveaus im Differenzdruckraum 6 und dem Arbeitsraum 5 ist der Druckübersetzer 3 deaktiviert. Bei Ansteuerung des Schaltventiles 30 erfolgt eine Druckentlastung des Steuerraumes 36 des Servoventils 24, wodurch der Servoventilkolben 32, 65 öffnet. Aufgrund der über den ersten hydraulischen Raum 38 an der hydraulischen Fläche 44 angreifenden Öffnungskraft erfolgt ein exaktes Öffnen des Servoventilkolbens 32. Beim Öffnen wird zuerst der erste Dichtsitz 40 geöffnet und die Schieberdichkante 43 in Überdeckung mit der Steuerkante 41 gebracht. Die Steuerhülse 67 wird nun durch die hydraulische Druckkraft im zweiten hydraulischen Raum 39 an das dritte Gehäuseteil 66 angestellt, wodurch eine hochdruckdichte Verbindung erreicht wird. Erst danach erfolgt ein Öffnen der Schieberdichtung 69, wenn der Servoventilkolbenabschnitt 65 die Hülsenaussparung 71 freigibt. Dadurch entsteht kein Kurzschlussleckagestrom aus dem ersten hydraulischen Raum 38 in den Rücklauf. Der Differenzdruckraum 6 (Rückraum) des Druckverstärkers 3 ist nunmehr über den zweiten hydraulischen Raum 39, die Schieberdichtung 69, den ersten Dichtsitz 40 und den Absteuerraum 42 (Niederdruckraum) mit dem niederdruckseitigen Rücklauf 28 verbunden und der Druckübersetzer 3 somit aktiviert.

Wird hingegen das Schaltventil 30 wieder geschlossen, so bewegt sich der Servoventilkolben 32, 65 durch die in Schließrichtung wirkende hydraulische Druckkraft im Steuerraum 36 in seine Ausgangsstellung. Durch die hydraulische Schließkraft wird eine exakt definierte Schließbewegung über den gesamten Bereich des Servoventilkolbens 32, 65 gewährleistet.

5 Zusätzlich kann zur Unterstützung der Schließbewegung eine Federkraft vorgesehen werden. Beim Schließen des Servoventilkolbens 32, 65 erfolgt zunächst ein Schließen der Schieberdichtung 69. Dadurch wird der Differenzdruckraum 6 (Rückraum) des Druckübersetzers 3 vom niederdruckseitigen Rücklauf 28 abgekoppelt. Erst nach einem weiteren Schließhub und damit nach einer Verzugszeit  $t_1$ , erfolgt ein Öffnen der Steuerkanten 41, 10 43, so dass der Druckübersetzer 3 vollständig deaktiviert ist. Anschließend wird der erste Dichtsitz 40 geschlossen.

Durch die Verzugszeit  $t_1$  zwischen dem Schließen der Schieberdichtung 69 und dem Öffnen der Steuerkanten 41 bzw. der Schieberdichtkante 43 bleibt nach der Haupteinspritzung 15 noch für kurze Zeit ein Druckpolster am Einspritzventilglied 14 erhalten, welches für eine Nacheinspritzung unter hohem Druck benutzt werden kann. Gemäß dieser Schaltfolge wird ein Überschneiden der Öffnungsquerschnitte an der Schieberdichtung 69 sowie den Steuerkanten 41, 43 vermieden.

20 Der Darstellung gemäß Figur 4 ist eine Ausführungsvariante mit gestreckt ausgebildetem Servoventilkolben eines Servoventiles zu entnehmen. Im Unterschied zur in Figur 3 dargestellten, oben stehend beschriebenen Ausführungsvariante eines Kraftstoffinjektors 18, der über ein Servoventil 24 angesteuert wird, weist der Servoventilkolben 32 einen gestreckt ausgebildeten Servoventilkolbenabschnitt 65 auf. Gemäß dieser Ausführungsvariante sind 25 am dem Absteuerraum 42 (Niederdruckraum) zuweisenden Ende des Servoventilkolbenabschnittes 65 zweite Aussparungen 70 ausgebildet. Am Umfang des Servoventilkolbenabschnittes 65 können zwei oder mehrere Aussparungen 70 ausgebildet werden. Gemäß dieser Ausführungsvariante ist die Schieberdichtung 69 unmittelbar in das erste Gehäuseteil 26 des Servoventilgehäuses 25 integriert. Gemäß dieser Ausführungsvariante kann die 30 am Servoventilkolbenabschnitt 65 in Figur 3 dargestellte Steuerhülse 67 entfallen.

Die Funktionsweise der in Figur 4 dargestellten Ausführungsvariante ist identisch mit der in Zusammenhang mit Figur 3 dargestellten Funktionsweise dieser Ausführungsvariante des Kraftstoffinjektors 18.

35

Gemäß der Darstellung nach Figur 4 ist an der den Absteuerraum 42 (Niederdruckraum) zuweisenden Stirnfläche des Servoventilkolbenabschnittes 65 ein Flachsitz ausgebildet.

Neben den in Figuren 1-4 dargestellten Ausführungsvarianten mit einem ersten Dichtsitz 40 im Servoventilgehäuse 25, kann das Servoventil 24 auch als reines Schieber-Schieber-Ventil ausgebildet werden. Dabei ist für eine ausreichende Überdeckungslänge an der Schieberdichtung 69 Sorge zu tragen, um den Leckagestrom im Ruhezustand des Kraftstoffinjektors 18 klein zu halten. Neben der vorstehend beschriebenen Funktionsweise als 3/2-Wegeventil, kann das Servoventil 24 auch als 4/2-Wege-Ventil ausgebildet werden, bei der die Funktion des Rückschlagventiles in das Schieberventil integrierbar ist.

Bezugszeichenliste

- 1 Druckquelle
- 2 Hochdruckzuleitung
- 5 3 Druckübersetzer
- 4 Übersetzerkolben
- 5 Arbeitsraum
- 6 Differenzdruckraum (Rückraum)
- 7 Stützscheibe
- 10 8 Rückstellfeder
- 9 Kompressionsraum
- 10 Überströmleitung
- 11 1. Drosselstelle
- 12 Steuerraum für Einspritzventilglied
- 15 13 Feder
- 14 Einspritzventilglied
- 15 2. Drosselstelle
- 16 Druckraum
- 17 Druckraumzulauf
- 20 18 Kraftstoffinjektor
- 19 Injektorkörper
- 20 Stirnfläche Druckübersetzerkolben 4
- 21 Absteuerleitung
- 22 Einspritzöffnung
- 25 23 Brennraum
- 24 Servoventil
- 25 Servoventilgehäuse
- 26 1. Gehäuseteil
- 27 2. Gehäuseteil
- 30 28 niederdruckseitiger Rücklauf
- 29 Versorgungsleitung Servoventil
- 30 Schaltventil
- 31 weiterer niederdruckseitiger Rücklauf
- 32 Servoventilkolben
- 35 33 Durchgangskanal
- 34 3. Drosselstelle
- 35 Steuerfläche Servoventilkolben
- 36 Steuerraum Servoventil
- 37 Ablaufdrossel (4. Drosselstelle)

38 1. hydraulischer Raum  
39 2. hydraulischer Raum  
40 erster Dichtsitz  
41 Steuerkante  
5 42 Absteuerraum (Niederdruckraum)  
43 Schieberdichtkante  
44 Öffnende Fläche

50 Wiederbefüllventil  
10 51 Dämpfungskolben  
52 5. Drosselstelle  
53 Kanal  
54 Federelement  
55 Ringfläche  
15 56 Befüllleitung  
57 1. Versorgungsleitungsabschnitt  
58 2. Versorgungsleitungsabschnitt

60 Injektorschaltventil  
20 61 Injektorrücklauf  
62 Steuerraumhülse  
63 1. Aussparungen  
64 Zulaufflächen (Anschliff)  
65 Servoventilkolbenabschnitt  
25 66 3. Gehäuseteil  
67 Steuerhülse  
68 Steuerhülsenfeder  
69 Schieberdichtung  
70 2. Aussparungen  
30 71 Steuerhülsenausparung

Patentansprüche

1. Kraftstoffinjektor zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum (23) einer Verbrennungskraftmaschine mit einem Druckübersetzer (3), dessen Übersetzerkolben (4) einen über eine Druckquelle (1, 2) permanent mit Kraftstoff beaufschlagten Arbeitsraum (5) von einem Druck entlastbaren Differenzdruckraum (6) trennt, wobei eine Druckänderung im Differenzdruckraum (6) über eine Betätigung eines Servoventiles (24) erfolgt, welches eine hydraulische Verbindung (21, 39, 42) des Differenzdruckraumes (6) zu einem niederdruckseitigen Rücklauf (28) freigibt oder verschließt, dadurch gekennzeichnet, dass das Servoventil (24) einen zwischen einem Steuerraum (36) und einem ersten hydraulischen Raum (38) geführten Servoventilkolben (32, 65) aufweist, an dem eine ständig in Öffnungsrichtung des Servoventilkolbens (32) durch einen Systemdruck beaufschlagte, wirksame hydraulische Fläche (44) sowie ein das Servoventil (24) gegen einen niederdruckseitigen Rücklauf (28) abdichtender erster Dichtsitz (40) ausgebildet sind.
2. Kraftstoffinjektor gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Steuerraum (36) und der erste hydraulische Raum (38) über einen eine vom Druckspeicher (1) ausgehende Versorgungsleitung (29) mit Systemdruck beaufschlagt sind.
3. Kraftstoffinjektor gemäß Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Steuerraum (36) des Servoventiles (24) über einen sich durch den Servoventilkolben (32) erstreckenden Durchgangskanal (33) vom ersten hydraulischen Raum (38), in welchen die Versorgungsleitung (29) mündet, mit Systemdruck beaufschlagt ist.
4. Kraftstoffinjektor gemäß Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Durchgangskanal (33) des Servoventilkolbens (32) eine integrierte Drosselstelle (34) enthält.
5. Kraftstoffinjektor gemäß Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Steuerraum (36) über einen von der Versorgungleitung (29) abzweigenden zweiten Versorgungsleitungabschnitt (58) und der erste hydraulische Raum (38) über einen von der Versorgungsleitung (29) abzweigenden Versorgungsleitungabschnitt (58) parallel mit Systemdruck beaufschlagt sind.
- 35 6. Kraftstoffinjektor gemäß Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Versorgungsleitungabschnitt (57) eine erste Drosselstelle (34) enthält.
7. Kraftstoffinjektor gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Servoventilkolben (32) einen den niederdruckseitigen Rücklauf (28) freigebenden oder verschlie-

ßenden ersten Dichtsitz (40) sowie eine den ersten hydraulischen Raum (38) von einem zweiten hydraulischen Raum (39) trennende Steuerkante (41) aufweist.

8. Kraftstoffinjektor gemäß Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Dichtsitz (40) als Flachsitz oder als Kegelsitz ausgebildet ist und einen niederdruckseitig angeordneten Ablaufsteuerraum (42) verschließt.

9. Kraftstoffinjektor gemäß Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerkante (41) als Schieberdichtkante (43) ausgebildet ist.

10. Kraftstoffinjektor gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der über das Servoventil (24) in den niederdruckseitigen Rücklauf (28) druckentlastbare Differenzdruckraum (6) mit einem einen Dämpfungskolben (51) aufnehmenden Steuerraum (12), für ein Einspritzventilglied (14) hydraulisch gekoppelt ist, wobei der Dämpfungskolben (51) eine die Öffnungsgeschwindigkeit des Einspritzventilgliedes (14) definierende Drosselstelle (52) umfasst und der Steuerraum (12) zur Betätigung des Einspritzventilgliedes (14) über eine Befüllleitung (56) entweder mit dem Steuerraum (12) oder einem der hydraulischen Räume (5, 6, 9) des Druckübersetzers (3) in Verbindung steht.

20 11. Kraftstoffinjektor gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Betätigung des Servoventils (24) über ein den Steuerraum (36) mit einem Rücklauf (31) verbindendes Schaltventil (30) erfolgt.

25 12. Kraftstoffinjektor gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Servoventilkolben (32) einen durchmesserreduzierten Servokolbenabschnitt (65) umfasst, an welchem eine vorgespannte Steuerhülse (67) aufgenommen ist.

30 13. Kraftstoffinjektor gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerhülse (67) mit dem Servoventilkolbenabschnitt (65) eine Schiebersteuerkante (69) bildet.

14. Kraftstoffinjektor gemäß Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Schiebersteuerkante (69) die Verbindung zum niederdruckseitigen Rücklauf (28) steuert.

35 15. Kraftstoffinjektor gemäß Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Servoventilkolbenabschnitt (65) des Servoventilkolbens (32) erste Aussparungen (63) aufweist, die eine Schieberdichtkante (43) umfassen, welche mit einer servoventilgehäuseseitig ausgebildeten Steuerkante (41) zusammenwirken.

16. Kraftstoffinjektor gemäß Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerhülse (67) über ein Federelement (68) beaufschlagt ist, welches sich an einem Gehäuseteil (26) des Servoventilgehäuses (25) abstützt.
- 5    17. Kraftstoffinjektor gemäß Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Servoventilkolbenabschnitt (65) des Servoventilkolbens (32) erste Aussparungen (63) zwischen dem ersten hydraulischen Raum (38) und dem zweiten hydraulischen Raum (39) und eine Schieberdichtung (69) bildende zweite Aussparungen (70) umfasst.

1 / 4

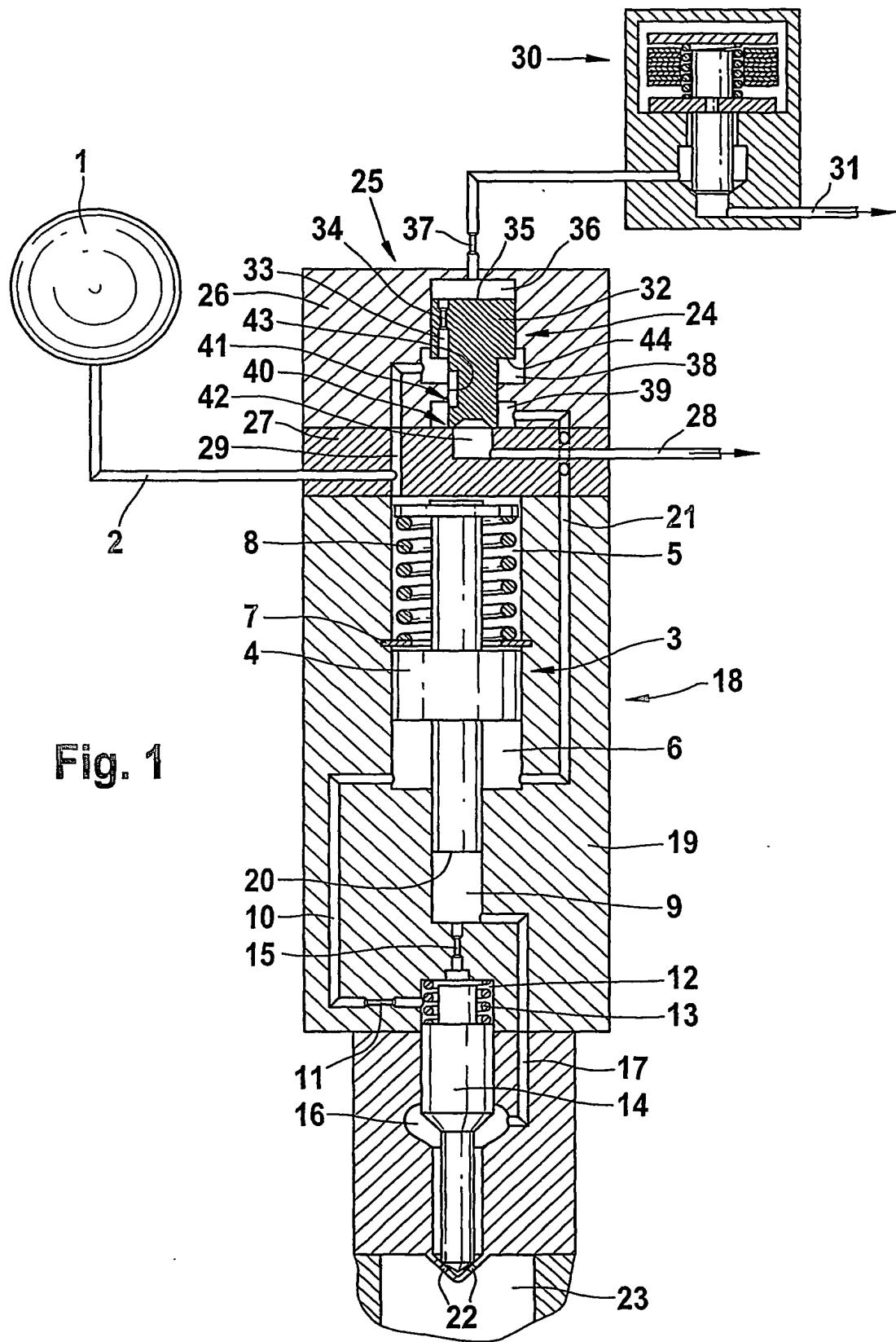
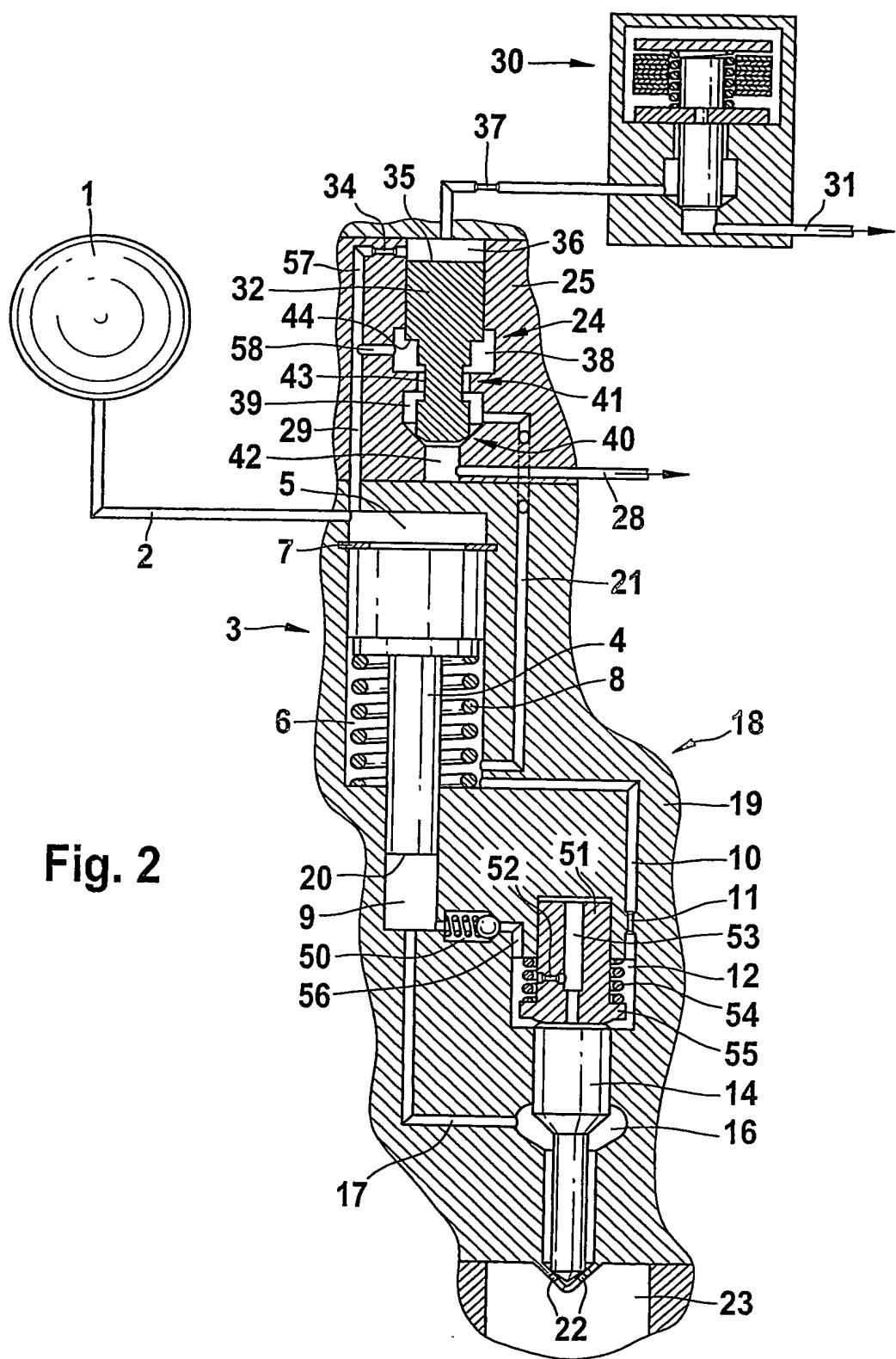
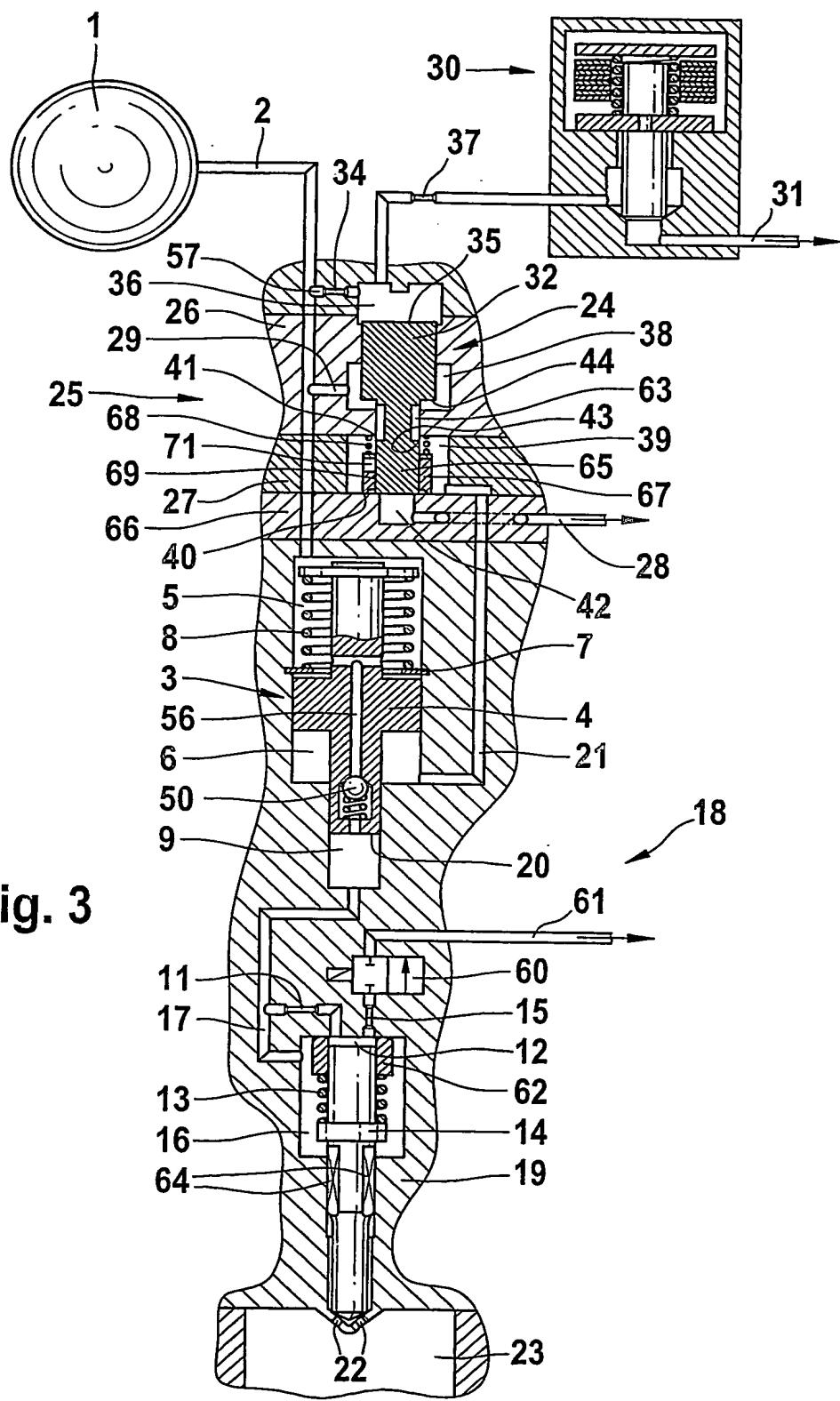


Fig. 1

2 / 4



3 / 4



4 / 4

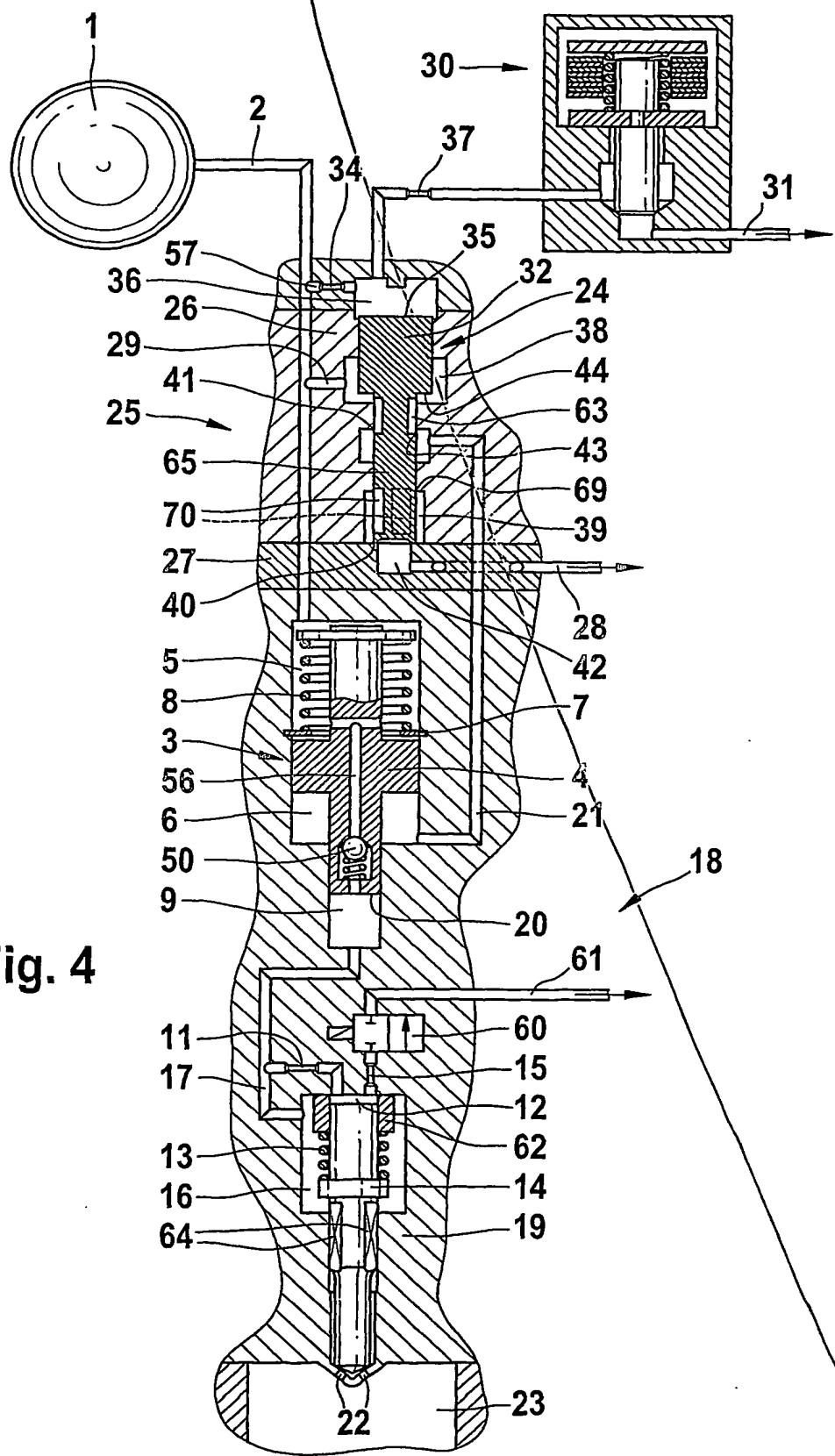


Fig. 4

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/DE2004/000413

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

IPC 7	F02M59/10	F02M57/02	F02M47/02	F02M59/46
-------	-----------	-----------	-----------	-----------

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F02M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 102 18 904 A (BOSCH GMBH ROBERT) 5 December 2002 (2002-12-05)	1,8
A	paragraph '0016! - paragraph '0030!; figures 3-5	7,11
A	DE 199 49 848 A (BOSCH GMBH ROBERT) 19 April 2001 (2001-04-19) column 2, line 64 - column 4, line 11; figure 2	1
A	DE 101 23 914 A (BOSCH GMBH ROBERT) 28 November 2002 (2002-11-28) paragraph '0008! - paragraph '0011!; figure 3	10
	-/-	

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

9 August 2004

Date of mailing of the International search report

20/08/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Kolland, U

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/DE2004/000413

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
E	WO 2004/036027 A (BOSCH GMBH ROBERT ; MAGEL HANS-CHRISTOPH (DE)) 29 April 2004 (2004-04-29) page 16, line 9 – page 17, line 7; figure 4 -----	1-4,7-11

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE2004/000413

Patent document cited in search report	Publication date		Patent family member(s)		Publication date
DE 10218904	A	05-12-2002	DE 10218904 A1 WO 02093001 A1 EP 1392967 A1 US 2004025843 A1		05-12-2002 21-11-2002 03-03-2004 12-02-2004
DE 19949848	A	19-04-2001	DE 19949848 A1 BR 0007458 A CZ 20012115 A3 WO 0129396 A2 DE 50004006 D1 EP 1185784 A2 JP 2003512574 T US 6427664 B1		19-04-2001 16-10-2001 12-06-2002 26-04-2001 13-11-2003 13-03-2002 02-04-2003 06-08-2002
DE 10123914	A	28-11-2002	DE 10123914 A1 WO 02092992 A1 EP 1392962 A1 US 2004025845 A1		28-11-2002 21-11-2002 03-03-2004 12-02-2004
WO 2004036027	A	29-04-2004	DE 10247903 A1 WO 2004036027 A1		22-04-2004 29-04-2004

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2004/000413

## A. KLASSEFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 F02M59/10 F02M57/02 F02M47/02 F02M59/46

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBiete

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F02M

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie <sup>a</sup>	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 102 18 904 A (BOSCH GMBH ROBERT) 5. Dezember 2002 (2002-12-05)	1,8
A	Absatz '0016! - Absatz '0030!; Abbildungen 3-5	7,11
A	DE 199 49 848 A (BOSCH GMBH ROBERT) 19. April 2001 (2001-04-19) Spalte 2, Zeile 64 - Spalte 4, Zeile 11; Abbildung 2	1
A	DE 101 23 914 A (BOSCH GMBH ROBERT) 28. November 2002 (2002-11-28) Absatz '0008! - Absatz '0011!; Abbildung 3	10
E	WO 2004/036027 A (BOSCH GMBH ROBERT ; MAGEL HANS-CHRISTOPH (DE)) 29. April 2004 (2004-04-29) Seite 16, Zeile 9 - Seite 17, Zeile 7; Abbildung 4	1-4,7-11

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem Internationalen Anmeldeatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldeatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldeatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kolidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

Absendedatum des Internationalen Recherchenberichts

9. August 2004

20/08/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Kolland, U

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2004/000413

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 10218904	A	05-12-2002	DE WO EP US	10218904 A1 02093001 A1 1392967 A1 2004025843 A1		05-12-2002 21-11-2002 03-03-2004 12-02-2004
DE 19949848	A	19-04-2001	DE BR CZ WO DE EP JP US	19949848 A1 0007458 A 20012115 A3 0129396 A2 50004006 D1 1185784 A2 2003512574 T 6427664 B1		19-04-2001 16-10-2001 12-06-2002 26-04-2001 13-11-2003 13-03-2002 02-04-2003 06-08-2002
DE 10123914	A	28-11-2002	DE WO EP US	10123914 A1 02092992 A1 1392962 A1 2004025845 A1		28-11-2002 21-11-2002 03-03-2004 12-02-2004
WO 2004036027	A	29-04-2004	DE WO	10247903 A1 2004036027 A1		22-04-2004 29-04-2004